

# 科技支撑产业集群绿色低碳发展的对策建议

项楠, 杨贵宇, 隆文榉, 柏松\*

西南民族大学化学与环境学院, 四川 成都

收稿日期: 2023年6月6日; 录用日期: 2023年7月7日; 发布日期: 2023年7月14日

## 摘要

“双碳”目标下产业集群低碳发展需要科技创新技术和创新体系的支撑, 但科技创新对产业低碳发展的支撑体系还不成熟。科技支撑产业绿色创新发展成效的实现路径尚不明晰。科技创新对产业集群低碳发展的支撑作用要取得实效, 需在以下科创领域取得突破。一是将能源转型作为产业低碳发展的核心要素, 依靠科技创新, 加快能源结构转变, 构建清洁低碳高效的能源体系, 能源供应向多元清洁的综合能源体系转型。通过零碳转型、能源转型和数字化转型协同推动产业集群节能增效。二是准确摸清产业集群低碳发展的科技需求, 推行低碳能源技术、低碳技术、数字转型技术、资源循环等碳中和技术, 多途径提高产业集群节能降碳。三是开发碳监测技术和数字化管理技术, 建立大数据碳排放监测平台对产业集群碳汇实施监测, 提升产业集群碳减排的作用空间。

## 关键词

产业集群, 科技支撑, 低碳发展, 科技创新

# The Countermeasure Suggestions of Green Low-Carbon Development for Industry Clusters Supported by Technology

Nan Xiang, Guiyu Yang, Wenju Long, Song Bai\*

College of Chemistry & Environment, Southwest Minzu University, Chengdu Sichuan

Received: Jun. 6<sup>th</sup>, 2023; accepted: Jul. 7<sup>th</sup>, 2023; published: Jul. 14<sup>th</sup>, 2023

## Abstract

The low-carbon development of industrial clusters under the “dual carbon” goal requires the

\*通讯作者。

文章引用: 项楠, 杨贵宇, 隆文榉, 柏松. 科技支撑产业集群绿色低碳发展的对策建议[J]. 环境保护前沿, 2023, 13(4): 761-766. DOI: 10.12677/aep.2023.134092

support of scientific and technological innovation technology and innovation system, but the support system of scientific and technological innovation for the low-carbon development of the industry is not yet mature. The path to realizing the results of green innovation and development of science and technology support industry is not clear. To achieve practical results in supporting the low-carbon development of industrial clusters, it is necessary to make breakthroughs in the following scientific and technological innovation fields. The first is to take energy transformation as the core element of industrial low-carbon development, rely on scientific and technological innovation, accelerate the transformation of energy structure, build a clean, low-carbon and efficient energy system, and transform energy supply to a diversified and clean comprehensive energy system. Through zero-carbon transformation, energy transformation and digital transformation, energy conservation and efficiency improvement of industrial clusters will be promoted. The second is to accurately understand the scientific and technological needs of low-carbon development of industrial clusters, promote carbon-neutral technologies such as low-carbon energy technologies, low-carbon technologies, digital transformation technologies, and resource recycling, and improve energy conservation and carbon reduction in industrial clusters in multiple ways. The third is to develop carbon monitoring technology and digital management technology, establish a big data carbon emission monitoring platform to monitor the carbon sink of industrial clusters, and improve the role space of carbon emission reduction of industrial clusters.

## Keywords

Industrial Cluster, Technological Support, Low-Carbon Development, Technological Innovation

Copyright © 2023 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

当前,全球正经历一轮科技创新和产业变革,绿色循环低碳发展,逐渐成为当今时代革命和产业变革的方向,是最有前途的发展领域。近年来,世界各国都积极布局绿色低碳产业、发展清洁技术,碳中和成为全球科技创新和产业变革的新赛道[1]。十九大以来,我国产业转型升级加快推进。据统计,2019年我国三次产业比例为7.1:38.6:54.3。2021年三次产业比例变为7.3:37.3:55.4。至2025年,三次产业比例将变为6.5:35.5:58。可见,基于现实数据和预测结果,我国的产业发展正逐渐向高质量低碳化方向转型。碳中和作为中国式现代化的重要内涵,是一个涉及产业结构、能源体系等诸多层面的复杂系统[2]。碳中和不仅是环境问题,也是指导和推动产业低碳绿色高质量发展的内在要求。只有在碳中和领域占据领先地位,产业发展才能在竞争中占据主动。我国的产业集群发展逐渐向绿色低碳转型成为必然趋势。

产业集群的绿色低碳发展,需要依靠科技创新特别是自主创新,这是实现产业集群低碳化发展的核心驱动力。产业碳中和的实现,需要技术范式的彻底变革[3]。在此背景下,准确测算科技创新支撑产业绿色发展的贡献率,摸清科技创新对产业转型升级影响的途径、方式和强度,有利于搞清楚产业低碳发展的科技需求,科学制定推动绿色产业创新发展的科技政策。

上述可见,深入探索科技创新支撑绿色产业发展的实现路径,对科技管理部门制定科技政策促进产业升级转型,低碳高质量发展具有重要意义。这不仅有助于准确摸清“碳中和”背景下产业集群绿色低碳发展的科技需求,优化配置和动态调整产业绿色发展科技资金投入方向和使用方式,也有利于提高产业集群创新发展科技投入的使用效率,便于科技管理部门更好地为科技创新促进产业发展提供数据支撑和决策支持。

## 2. 科技支撑产业集群低碳发展研究现状

科技创新是产业集群低碳发展,实现碳达峰与碳中和目标的重要保障,但如何利用科技创新支撑产业低碳发展,目前的相关研究还处于探索阶段[4] [5] [6] [7]。

20世纪80年代以来,国内外从不同角度针对科技创新对产业发展的贡献度开展了诸多研究,建立了科技创新贡献率测算的有关模型,发展了适合我国国情的科技贡献率评估体系。近年来,国内外更加关注科技创新对节能环保绿色产业领域发展的支撑作用[8] [9] [10]。如Ang提出了基于对数均值迪氏分解法,研究技术驱动对能源强度下降和效率提高的贡献[11]。王金南等对科技减排贡献率的测算理论、方法与实证进行综合研究,为产业向绿色低碳方向升级转型奠定了基础[12]。陈钦萍等构建了科技投入对产业发展和生态文明建设的贡献的生产函数模型[13]。

随着研究的拓展和深化,最近几年,研究人员还建立了相关模型探讨科技创新与高技术产业发展的双向互动关系、协同关系以及非线性关系。赵维双等从科技管理体制改革入手,开展战略性新兴产业科技创新激励机制的相关研究[14]。安晓鸽等基于科技体制改革的视角,以沈阳市战略性新兴产业科技创新为研究对象,通过调查问卷的方法针对科技体制对战略性新兴产业科技创新的影响进行了实证分析,提出了制约科技创新的体制因素[15]。裴玲玲等利用3SLS考察了科技创新与高技术产业发展之间的双向互动关系[16]。吴小莹等运用双重差分模型(DID)探究了科技政策对产业结构优化的影响,结果显示科技政策的实施能够促进产业结构的高级化[17]。刘雷等以科技创新为门槛变量,运用HANSEN面板门槛回归方法,研究了产业结构升级对碳排放强度的非线性影响,结果表明在科技创新的作用下,产业结构升级对碳排放强度既存在促进作用也有抑制作用。只有当科技创新水平高于某一特定门槛值时,产业结构升级才会对碳排放强度产生抑制作用[18]。总之,尽管我国在科技支撑产业创新发展领域取得了令人欣喜的成果,但总体而言,该领域的理论和实证研究仍处于探索阶段。

## 3. 科技支撑产业集群发展存在的问题

到目前为止,关于科技创新支撑产业集群绿色低碳发展的贡献率的测评方法、评价体系及政策制度建设等方面还缺乏深入的探索,主要体现在以下两个方面:

### 1) 科技支撑产业创新发展成效的信息数据库尚未建立

要准确摸清科技创新对产业发展成效的贡献率和支撑作用,必须基于产业发展成效的多元化、多层次量化指标,建设能够具体反映产业发展成效的基础信息数据库。由于产业类型众多,产业发展成效所涵盖的要素复杂多样,准确识别和筛选产业发展成效的代表性要素十分重要。然而,目前国内外在此方面的基础性工作积累十分缺乏。原因在于建立基础信息数据库需要综合实地调查、咨询访问、大数据统计和数据挖掘等多项研究工作的成果。因此,亟待建立和健全科技支撑产业发展有关成效的基础信息数据库。

### 2) 科技支撑产业创新发展贡献率的测评体系和计量模型尚不完善

诚如前述,科技创新支撑产业发展所取得的成效涵盖因素众多,且内容丰富而多元化。如何定量准确的评估科技创新要素对产业发展的支撑作用面临诸多挑战。例如,要定量测评科技资金投入,科技成果、科技创新活动、科技推广体系等众多科技元素在产业创新发展中的贡献度,需要在广泛调研和大数据分析的基础上,针对产业实体开展模型预测及应用示范研究。迄今为止,这方面的实证研究和探索还处于探索阶段。在未来的研究当中,需要重点围绕产业发展重点领域,选择典型产业集群作为评估对象,从而更好的建立科技对产业绿色发展支撑作用和贡献度的测评体系。可见,科技支撑产业创新发展的研究方兴未艾,该领域的理论与实证相互结合的综合性研究亟待开展。

## 4. 科技支撑产业集群低碳发展对策建议及实现路径

### 4.1. 科技支撑产业集群低碳发展的对策建议

科技创新是推动产业集群创新发展的主要驱动力，有助于推动高新技术产业可持续发展，并产生知识、信息及技术等溢出效应。因此，要强化科技创新对产业发展的支撑作用。首要任务是建立起科技对产业发展贡献度的评估体系。具体来说，需要系统分析科技部门在科技项目、科技人才、科研资金投入、科技创新活动等方面对产业发展的投入和产出情况，探索产业集群低碳发展中的科研活动规律，构建产业发展成果与科技投入、科技成果和科技活动之间的数量模型关系。定量评估科技资金投入，科技成果、科技创新活动、科学技术体系、科技推广体系、科技创新联盟以及科技创新中心等科技要素在产业低碳发展中的贡献度，据此建立起科技支撑产业发展贡献率的评估指标体系。

另外，还要结合现代信息化和数字化技术，充分利用大数据手段和数据挖掘技术，围绕产业升级改造和技术革新等方面，选取典型指标构建产业绿色低碳发展成效的数据库，科学评价科技创新对产业生态圈和产业功能区建设的支撑作用。通过对产业发展环境的研究，准确识别影响产业升级改造的外部因素和制约因子，分析科技支撑产业发展建设的多种途径、动态性和系统性。从促进产业结构升级、能源转型、清洁生产，循环利用以及管理效率提升等方面，探讨科技支撑产业集群发展的实现路径，并利用互联网构建科技支撑产业发展的政策模拟应用示范平台。

### 4.2. 科技创新促进产业集群能源低碳转型

首先，产业集群低碳转型的首要任务是加快能源结构转变，构建清洁低碳高效的能源体系。在产业园区内，将传统的煤炭、石油、天然气等化石燃料能源逐渐转变为水电、核电、光伏、风电和其它非水可再生能源。能源转型的重点一方面是能源消费增速放缓，能源供应向多元清洁的综合能源体系转型。另一方面是通过零碳转型、能源转型和数字化转型，协同推动产业集群新模式、新业态的高质量发展。

其次，在产业集群发展过程中，还要注重节能增效，严格控制能耗强度，合理控制能源消费总量。在能源管理层面上，产业园区应全面提升节能管理能力，推行用能预算管理，对标国际先进水平，完善设备能效标准。加强新型基础设施用能管理，推动既有设施绿色升级改造。

### 4.3. 依靠科技创新发展并推行碳中和技术

准确摸清“碳中和”背景下产业集群低碳发展的科技需求，依靠科技大力发展和推行低碳能源技术、低碳技术、数字转型技术、资源循环利用等碳中和技术。

首先，大力发展可再生能源、储能、输配电技术、核能、氢能等低碳能源技术并促进传统发电节能提效。在短期内可采用燃煤热电联产、超临界燃煤发电、燃煤耦合生物质发电等高效火电和水电，实现高效技术推广。在中短期，可采用光能+储能或风电+储能、地热实现创新性技术提升。在中长期，宜采用氢能、化石能+CCUS、生物质能、核能(SMR)等颠覆性技术实现突破。同时基于技术革新发展太阳能，通过新技术与新材料提升光电转化效率，推动光伏产业实现升级。合理利用风能，降低成本、提高效率，改进工艺等创新方向进一步推动风电的普及。其次，投入科技资金研发低碳产业技术，包括传统产业(钢铁、化工、有色、建材)脱碳路径，能源结构能效提升，资源循环利用。第三，发展数字转型技术，包括智能制造、数字孪生、工业互联网实现能源资源效率提升。第四，改革生物能源技术，包括沼气、生物制氢、生物柴油和燃料乙醇、生物发电、合成生物学等。此外，还需要发展低碳管理技术，包括碳资产管理、供应链碳管理、碳信用开发和碳排放监测。上述低碳技术当中，低碳能源技术和低碳产业技术在产业集群低碳发展中的作用较显著。应重点发展上述两项技术，并在钢铁、石化化工、冶炼、制造等重点行业开展应用。

#### 4.4. 科技支撑产业园区低碳管理

科技支撑对产业园区低碳化运行管理起着基础作用。通过科技创新,开发数字转型和资源循环技术,支撑产业园区低碳管理。在产业园区的产业升级改造和转型过程中,利用大数据技术、工业互联网、人工智能、区块链、云计算和物联网,提升产业集群不同利用相关者碳减排的作用空间。例如,通过大数据+云计算+人工智能+物联网+数字孪生手段,可以实现智能制造,柔性生产,在化工,冶金、矿山、建材物流、数控生产、园区管理和电网安全等方面,研发人工智能关键技术,提取工业大数据,进而实现对产业园能源管理与能效优化。

此外,通过科技创新,不断开发产业园低碳管理监测技术。包括产业碳产生和排放的在线监测技术、大数据监测平台、空天地一体化监测网络。利用碳排放浓度监测,固定源排放碳监测,遥感卫星反演技术,研发碳卫星,高光谱遥感技术,对产业园区碳排放实施在线监测。在此基础上建立能源数据等大数据碳排放监测平台,基于大数据对碳汇的监测,不断开发空天地一体化监测网络,耦合在线站点监测数据,在产业园区内形成长期高精度的温室气体科学业务化监测网络。完善工业绿色低碳标准体系,建立重点企业碳排放核算、报告、核查等标准,对各行业产品实施生命周期碳足迹分析与评估,探索重点产品全生命周期碳足迹标准。

### 5. 结论

在“双碳”目标下,依靠科技创新促进产业集群的绿色低碳高质量发展具有重大现实意义。但科技创新对产业低碳创新发展的支撑体系还不成熟,本研究基于科技创新支撑产业发展的现状及存在的问题,提出以下对策建议:1) 将能源转型作为产业低碳发展的核心,依靠科技创新,加快能源结构转变,构建清洁低碳高效的能源体系。能源消费增速放缓,能源供应向多元清洁的综合能源体系转型。通过零碳转型、能源转型和数字化转型,协同推动产业集群绿色低碳发展,实现节能增效。2) 建立健全促进产业集群科技创新的有效机制,加强碳减排技术的研发和推广应用,准确摸清产业集群绿色发展的科技需求,依靠科技投入发展和推行低碳能源技术、低碳技术、数字转型技术、资源循环利用等碳中和技术,多途径提高产业集群节能降碳。3) 开发碳监测技术和数字化管理技术,依靠大数据技术、工业互联网、人工智能、区块链、云计算和物联网等手段,建立能源数据和碳排放监测大数据平台,对产业集群碳汇实施全方位监测,实现产业全过程碳管理,优化提升产业集群碳减排的作用空间。

### 基金项目

2022年成都市软科学研究项目(2021-RK00-00255-ZF)。

### 参考文献

- [1] 冯华. 以科技创新助力“双碳”进程[J]. 科技传播, 2022, 14(17): 33.
- [2] 郑雄彬, 李响, 陈玉, 等. 城市绿色低碳产业多维约束的规划方法——以南宁市五象新区绿色低碳产业规划为例[J]. 规划师, 2016, 32(11): 60-65.
- [3] 邓盼盼, 唐清泉. 以实现双碳为目标的乐山绿色低碳产业发展路径研究[J]. 决策咨询, 2022(3): 74-77.
- [4] 田颖, 朱莹, 赵袁军. 科技孵化产业发展对区域技术创新进步的影响研究——来自中国省级面板数据的实证检验[J]. 管理评论, 2023, 35(3): 92-104.
- [5] 尹庆民, 靳婉婷. 科技创新对绿色全要素生产率的影响——基于产业集聚调节作用[J]. 资源与产业, 2023, 25(2): 1-10.
- [6] 张建伟, 焦国新, 李晶晶. 长江经济带科技创新-产业结构-生态环境耦合协调分析[J]. 河北师范大学学报(自然科学版), 2023, 47(2): 204-216.

- 
- [7] 屈喜琴, 梅丁丁. 长江中游城市群优势产业集群科技服务发展对策研究[J]. 科技广场, 2023(1): 13-21.
- [8] 汪发元, 张东晴, 吴雨涵. 科技创新、金融发展与产业结构升级——基于安徽省的实证[J]. 统计与决策, 2023, 39(3): 159-163
- [9] 李宛蓉. 基于产业集群的科技创新战略选择[J]. 商场现代化, 2023(1):117-119.
- [10] 叶娟惠, 叶阿忠. 科技创新、产业结构升级与碳排放的传导效应——基于半参数空间面板 VAR 模型[J]. 技术经济, 2022, 41(10): 12-23.
- [11] Ang, BW. (2005) The LMDI Approach to Decomposition Analysis: A Practical Guide. *Energy Policy*, No. 33, 867-871.
- [12] 张伟, 蒋洪强, 王金南, 等. 科技创新在生态文明建设中的作用和贡献[J]. 中国环境管理, 2015, 7(3): 52-56.
- [13] 陈钦萍, 陈忠, 卓懋百, 等. 科技投入对生态文明建设的贡献分析——基于拓展的 C-D 生产函数[J]. 林业经济, 2015, 37(12): 97-101.
- [14] 赵维双, 安晓鸽. 基于科技管理体制改革的战略性新兴产业科技创新激励机制研究[J]. 经济师, 2016(12): 25-26.
- [15] 安晓鸽. 沈阳市战略性新兴产业科技创新激励机制研究——基于科技体制改革的视角[D]: [硕士学位论文]. 沈阳: 沈阳理工大学, 2017.
- [16] 裴玲玲. 科技人才集聚与高技术产业发展的互动关系[J]. 科学研究, 2018, 36(5): 813-824.
- [17] 吴小莹. 科技金融政策对产业升级的影响——基于“促进科技和金融结合试点”地区的数据[D]: [硕士学位论文]. 成都: 四川大学, 2022.
- [18] 刘雷, 杨丽丽. 基于科技创新门槛效应的产业结构升级与碳排放强度研究[J/OL]. 沈阳工业大学学报(社会科学版), 2022, 1-9. <https://kns.cnki.net/kcms/detail/21.1558.c.20230417.1611.004.html>, 2023-07-11.